

SDN における経路切り替え時間を考慮したネットワーク制御手法に関する研究

著者	後谷 浩輔
雑誌名	東北大学電通談話会記録
巻	88
号	1
ページ	322-323
発行年	2019-07
URL	http://hdl.handle.net/10097/00126685

修士学位論文要約（平成31年 3 月）

SDN における経路切り替え時間を考慮したネットワーク制御手法に関する研究 後谷浩輔

指導教員：菅沼 拓夫， 学位論文指導教員：阿部 亨

A Study on SDN Control Method Considering the Path Switching Time Kosuke GOTANI

Supervisor: Takuo SUGANUMA, Research Advisor: Toru ABE

Recently, communication demands often change due to the diverse ways in companies and individuals. Therefore, SDN is attracting much attention since it can flexibly deal with various types of communication requirements through centralized management of devices. However, whenever is necessary to change paths due to a network failure or a topology change, there is a delay in the service as processes, such as the transmission of the commands, switch processing time, and others. In this thesis, we propose a method to accelerate the path switching that takes into account switches' processing time in OpenFlow.

1. 序論

近年、クラウドの普及により通信の用途が多様化してきている。そのため、今日のネットワークでは通信への要求が頻繁に変化しており、その要求や不測のネットワーク障害に対して即座に対応することが求められている。そこで、この要求に対し、ソフトウェアでネットワークを柔軟に制御できる SDN とその実装を可能にするプロトコル OpenFlow が注目されている。OpenFlow のアーキテクチャは、コントローラとスイッチで構成され、コントローラがスイッチを集中制御する。この OpenFlow によるネットワークで、ネットワークの障害やサーバの位置変更などが発生した際には、トポロジを変更するためにフローの経路切り替えが必要である。しかし、多数の経路切り替えには時間を要するという課題があり、これは通信サービスの遅延や停止を引き起こす。

そこで、本研究では、OpenFlow ネットワークにおける通信サービスの遅延や停止の軽減を目的として、経路切り替えを高速化するネットワーク制御手法を提案する。この提案手法は、経路切り替えに要するスイッチの処理時間に着目し、切り替える経路の選択方法を工夫することで経路切り替えを高速化する。

2. 関連研究と課題

経路切り替えの高速化を目的とした研究は主に 2 つ存在し、Astaneh ら¹⁾は、通信帯域を考慮しつつ経路切り替え時間を短縮する経路選択手法を提案し、ダイクストラ法を用いて切り替える経路を選択する手法に比べ経路切り替えのコストを削減した。Malik ら²⁾は、切り替え前の経路を部分的に再利用して、追加するフローエントリを削減することで経路選択

の計算時間と経路切り替え時間を短縮した。

しかしこれらは、多様な機種のスイッチが混在する状況を考慮していない。様々な機関では、予算の制約や購入時期の差異などにより、多様な機種のスイッチを組み合わせてネットワークを構築する場合も多い。そのような状況においてスイッチの処理時間を考慮しない場合、処理が低速なスイッチに多数のフローエントリを追加して経路切り替えに時間を要する場合がある。そのため、スイッチのフローエントリの処理時間を考慮したネットワーク制御手法が必要である。

3. 提案

第 2 章で提示した課題を解決するために、スイッチのフローエントリの追加に要する処理時間を考慮したネットワーク制御手法を提案する。この際、リンクの通信帯域を考慮せずに経路選択を行うと、フローの経路が特定のリンクに集中し、リンクの輻輳によりパケットの損失が増加する。そのため、提案手法では、スイッチの処理時間だけではなく、可能な限りリンクの通信帯域も考慮する。従って、提案手法では、以下の 2 つの要素を考慮する。

- スwitchの処理時間
- リンクの通信帯域

具体的には、フローエントリの追加が高速なスイッチを経由し、帯域に余裕がある経路を選択する。これにより、経路切り替えに要する時間を短くし、かつ、フローを可能な限り多く流すことを実現する。また、提案手法では、複数のフローの切り替え先の経路を

選択する際に、経路選択に要する計算時間を小さくするために経路の組み合わせを考慮せず、経路を逐次的に選択する。

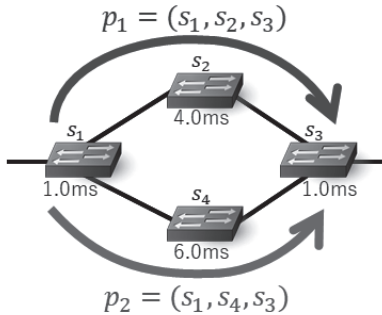


図 1: スイッチの処理時間を考慮した経路選択の例

図 1 の例を用いてスイッチの処理時間を考慮した経路選択方法を説明する。ここでは経路切り替えに要する処理時間が定まっている 4 つのスイッチ ($s_1 \sim s_4$) が存在し、 s_1 (送信元) から s_3 (宛先) へのフローの経路を 1 つ切り替えることを想定する。この時、切り替え可能な経路は p_1 と p_2 のみであり、それらの切り替え時間は経路上のスイッチの処理時間のうち最も大きい値であるため、経路 p_1 の切り替え時間は 4.0ms、経路 p_2 は 6.0ms となる。従って、提案手法は切り替え時間が短い経路 p_1 を選択する。

また、提案手法ではリンクの通信帯域を考慮して経路を選択するために、一般的に使用されている経路コストを考慮する。経路コストは経路上のリンクの通信帯域などで決定される値であり、リンクの通信帯域が小さい経路ほど経路コストが大きくなる。提案手法では経路コストが小さい経路を選択することでリンクの輻輳によるパケットの損失を軽減する。

4. 実験

提案手法の有効性を確認するために、リンクの切断を想定したシミュレーション実験を行った。実験で用いるネットワークトポロジを図 2 に示す。ここでは、ランダムに所定の数 (0~18) のリンクを切断し、スイッチの処理時間をランダム (1~10ms) に設定する。そして、所定の要求帯域を持つフロー数個の経路を各経路選択手法で選択して切り替え、フローを流す。測定回数は 1000 回とし、提案手法は、通信帯域のみを考慮する既存手法と、経路切り替え時間やデータ転送量を比較して評価する。

図 3 に要求帯域 1Mbps のフローを 9 個切り替えた時の経路切り替え時間を示す。図 3 から提案手法は理論上最小の経路切り替え時間付近まで短縮する

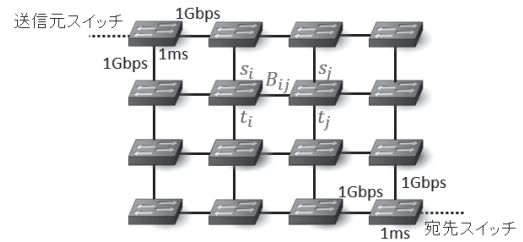


図 2: 実験のネットワークトポロジ

ことができた。また、切断したリンク数が少ない時ほどより提案手法の効果が得られることが分かった。このことから、提案手法は既存手法より経路切り替え時間を短縮するため、災害時など頻繁に切り替えが起こる状況では有利であると考えられる。

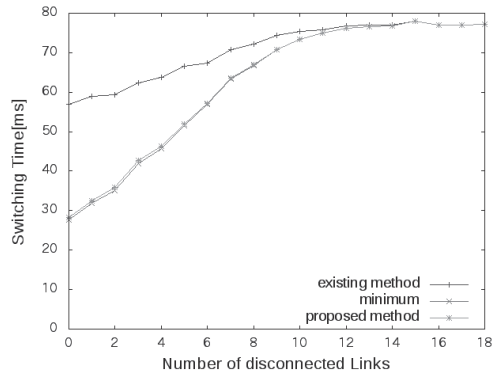


図 3: 1Mbps のフロー 9 個の経路切り替え時間

5. 結論

本稿では、SDN における経路切り替え時間を考慮したネットワーク制御手法を提案し、設計して評価した。今後は、スイッチの追加命令の処理に要する時間の推定方法の検討、実環境により近いネットワークを用いた実験による有効性の検証等を行う。

参考文献

- 1) Astaneh, S.A., et al., "Optimization of SDN Flow Operations in Multi-Failure Restoration Scenarios," IEEE Transactions on Network and Service Management, vol.13, no.3, pp.421-432, 2016.
- 2) Malik, A., et al., "Optimisation Methods for Fast Restoration of Software-Defined Networks," IEEE Access, vol.5, pp.16111-16123, 2017.